

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

(11) N° de publication :  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

2 696 002

(21) N° d'enregistrement national : 92 11166

(51) Int Cl<sup>5</sup> : G 01 L 5/16, 1/04, 1/26, G 06 F 15/31//G 09 B 23/10

(12)

## DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

(22) Date de dépôt : 18.09.92.

(30) Priorité :

(43) Date de la mise à disposition du public de la demande : 25.03.94 Bulletin 94/12.

(56) Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du présent fascicule.*

(60) Références à d'autres documents nationaux apparentés :

(71) Demandeur(s) : JEULIN (SA) (Société anonyme) — FR.

(72) Inventeur(s) : Mobailly Alain.

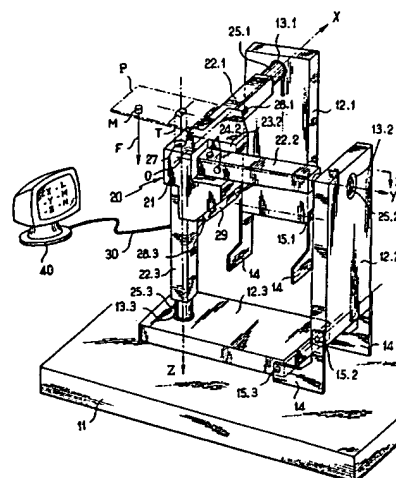
(73) Titulaire(s) :

(74) Mandataire : Cabinet Boettcher.

(54) Dispositif de mesure de la résultante et/ou du moment d'un torseur.

(57) L'invention concerne un dispositif de mesure des éléments de réduction d'un torseur.

Le dispositif (10) comporte un ensemble de trois poutres encastrées (22.1, 22.2, 22.3) formant un trièdre trirectangle, chaque poutre se terminant par un pivot (25.1, 25.2, 25.3) calé sur son axe principal et dont le centre est à une distance prédéterminée de l'origine (O) du trièdre; chaque pivot est associé à un appui de flexion équipé d'un moyen de compensation de la composante axiale d'un effort appliqué, pour rendre cette composante négligeable par rapport aux deux autres; chaque poutre est en outre équipée de jauges de contraintes reliées à une unité électronique (29) servant à traiter les signaux correspondants pour calculer les composantes de la résultante et/ou du moment à l'origine pour le torseur concerné. L'unité (29) est de préférence reliée à une unité (40) permettant d'afficher les composantes ainsi calculées.



FR 2 696 002 - A1



La présente invention concerne la mesure des éléments de réduction d'un torseur, c'est-à-dire la résultante et le moment en un point, notamment dans un but pédagogique.

5 Dans certains domaines d'étude, notamment en mécanique statique, on fait fréquemment appel à la notion de torseur. Il convient de rappeler qu'un torseur est défini par un vecteur (souvent noté  $\vec{R}$ ) appelé résultante du torseur, et par un champ vectoriel (souvent noté  $\vec{M}$ ) satisfaisant la  
10 condition  $\vec{M}_B = \vec{M}_A + \vec{BA} \wedge \vec{R}$  (pour tout couple de points A et B de l'espace affine auquel est associé l'espace vectoriel considéré),  $\vec{M}_A$  étant appelé le moment du torseur au point A: on dit alors que  $\vec{R}$  et  $\vec{M}_A$  sont les éléments de réduction du torseur au point A.

15 Il est intéressant de doter les laboratoires d'enseignement d'appareils capables de mesurer les éléments de réduction d'un torseur, afin d'aider l'élève ou l'étudiant à mieux appréhender cette notion essentiellement théorique.

Lorsque l'on raisonne dans un espace à deux  
20 dimensions, il est aisé d'utiliser une poutre encastrée, dont on mesure la déformation en bout lorsque cette poutre est soumise à un effort de flexion : ceci permet d'obtenir les deux composantes de la force appliquée (résultante), puis d'en déduire le moment en un point (par exemple à l'encastre-  
25 ment pris comme origine). La mesure est aisée à effectuer (au moyen de comparateurs ou de jauges d'extensométrie), et cette mesure est relativement précise dans la mesure où il est aisé de s'arranger pour ne pas avoir de composante axiale (composante selon l'axe principal de la poutre) pour l'effort  
30 appliqué.

Par contre, le problème devient beaucoup plus difficile à résoudre si l'on veut raisonner dans un espace à trois dimensions.

En effet, on ne peut se contenter d'effectuer une  
35 simple duplication de la solution déjà utilisée pour un

espace à deux dimensions, car les interactions du système compliquent la recherche de composantes axiales négligeables ou même faibles.

De plus, la notion de torseur est plus difficile à  
5 appréhender pour l'élève ou l'étudiant, de sorte qu'un appareil aisé à manipuler présenterait un intérêt pédagogique évident.

L'invention vise précisément à résoudre ce problème, en réalisant un dispositif spécialement adapté au cas  
10 d'un espace à trois dimensions, permettant à la fois une mesure très précise des éléments de réduction d'un torseur quelconque, et une visualisation des trois composantes de ces éléments dans un système d'axes orthonormé.

L'invention a ainsi pour objet un dispositif de  
15 mesure de la résultante et/ou du moment d'un torseur, qui soit à la fois précis, simple, compact, et aisé à manipuler.

Il s'agit plus particulièrement d'un dispositif de mesure de la résultante et/ou du moment d'un torseur, caractérisé en ce qu'il comporte un ensemble monobloc de  
20 trois poutres encastrées formant un trièdre trirectangle dont l'origine est le point concourant des axes principaux de ces poutres, chaque poutre se terminant, à l'opposé de son encastrement, par un pivot calé sur son axe principal et dont le centre est à une distance prédéterminée de l'origine du  
25 trièdre, ledit pivot étant associé à un appui de flexion équipé d'un moyen de compensation de la composante axiale d'un effort appliqué, pour rendre cette composante négligeable par rapport aux deux autres, de façon que ces trois poutres ne puissent transmettre des efforts que perpendicu-  
30 lairement à leur axe principal respectif, chaque poutre étant en outre équipée de jauges de contrainte permettant de mesurer ses déformations et par suite les composantes des efforts selon les deux autres axes, lesdites jauges étant reliées à une unité électronique servant à traiter les  
35 signaux correspondants pour calculer les trois composantes de

la résultante et/ou du moment à l'origine pour le torseur concerné, laquelle unité électronique peut être reliée à une unité permettant d'afficher les composantes ainsi calculées.

De préférence, les centres de pivot sont équidistants de l'origine du trièdre formé par les trois poutres encastrées. Ceci simplifie en effet le calcul des composantes du moment vectoriel, et permet donc d'utiliser une unité électronique plus simple.

Selon un mode d'exécution avantageux, le moyen de compensation associé à chaque appui de flexion est constitué par la traversée de l'extrémité d'un bras articulé dans laquelle est reçue une rotule montée à l'extrémité libre de la poutre correspondante, ledit bras étant monté pivotant, au niveau de son autre extrémité, autour d'un axe qui est situé dans un plan perpendiculaire à l'axe principal de cette poutre.

De préférence alors, la traversée est réalisée par un perçage cylindrique du bras articulé, avec une bague interposée entre la rotule d'extrémité de ce bras et la paroi intérieure de ce perçage.

Avantageusement encore, les axes principaux des poutres et les axes d'articulation des bras sont agencés de telle façon que ces poutres et ces bras soient sensiblement inscrits dans un cube dont l'origine du trièdre est un sommet : le dispositif est alors très compact. En particulier, l'un des axes principaux est essentiellement vertical, et les trois axes d'articulation sont horizontaux : cette disposition facilite l'utilisation du dispositif pour tous les cas où des forces de gravité interviennent.

Il est également intéressant que les trois bras articulés soient montés sur une platine horizontale servant de support audit dispositif, l'effort considéré étant appliqué à l'ensemble monobloc formé par les trois poutres : ceci facilite la mise en place et l'utilisation du dispositif sur une paillasse de laboratoire.

Selon une autre variante possible, le moyen de compensation associé à chaque appui de flexion est constitué par la liaison directe de l'extrémité libre de la poutre correspondante à une membrane fixe associée dont le plan  
5 s'étend perpendiculairement à l'axe principal de cette poutre. Une membrane ainsi agencée ne transmet qu'une force réduite selon l'axe principal de la poutre concernée.

Avantageusement encore, les poutres encastrées sont de section identique, cette section étant de forme rectangu-  
10 laire ou carrée, et sont agencées de telle façon que chaque poutre présente des faces principales qui sont respectivement parallèles aux deux autres axes. En particulier, chaque poutre encastrée porte deux jauges de contrainte disposées sur deux faces principales orthogonales, et l'unité électro-  
15 nique est montée sur l'ensemble monobloc formé par les trois poutres.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront plus clairement à la lumière de la description qui va suivre et des dessins annexés, concernant un mode  
20 de réalisation particulier, en référence aux figures où :

- la figure 1 illustre en perspective un dispositif conforme à l'invention, ici monté sur platine et équipé d'une unité d'affichage (on a représenté en traits mixtes un plateau qui peut être utilisé pour placer une charge et ainsi  
25 exercer une force verticale sur l'ensemble monobloc formé par les trois poutres encastrées) ;

- la figure 2 illustre l'ensemble monobloc précité, tel qu'il se présente lorsqu'il est dégagé des bras articulés associés aux pivots ;

- la figure 3 est une coupe selon III-III de la figure 1, permettant de mieux distinguer la zone du pivot associé à l'appui de flexion, pour l'une quelconque des poutres de l'ensemble précité ;

- la figure 4 illustre en coupe une variante de  
35 l'agencement précédent, utilisant une liaison directe à une

membrane fixe s'étendant perpendiculairement à l'axe principal de la poutre concernée ;

- la figure 5 est une représentation plus schématisque du dispositif de la figure 1, et la figure 6 est l'illustration des composantes des efforts au niveau des trois pivots, dans le trièdre trirectangle ainsi formé.

La figure 1 illustre un dispositif 10 de mesure de la résultante et/ou du moment d'un torseur conforme à l'invention. Ce dispositif comporte un ensemble monobloc 20 de trois poutres encastrees 22.1, 22.2, 22.3 formant un trièdre trirectangle dont l'origine O est le point concourant des axes principaux OX, OY, OZ de ces poutres. En l'espèce, l'encastrement des trois poutres sur un bloc angulaire commun 21 est schématisé par un boulonnage d'une extrémité des poutres dans une encoche ménagée à cet effet dans le bloc précité : on distingue ainsi sur la figure 1 l'encoche 23.2 dans laquelle est reçue l'extrémité de la poutre 22.2, le boulonnage de cette poutre étant réalisé par des boulons 24.2. Il convient de noter que l'un des axes principaux, en l'espèce l'axe OZ, est ici essentiellement vertical, ce qui constitue un cas particulier de l'invention, qui présente un intérêt important pour tous les cas où des forces de gravité interviennent.

Chaque poutre se termine, à l'opposé de son encastrement, par un pivot qui est calé sur son axe principal, et dont le centre est à une distance prédéterminée de l'origine O du trièdre trirectangle précité. On distingue ainsi sur la figure 1 les pivots (ici réalisés sous forme de rotules de façon à avoir toujours le même point d'application quelle que soit la direction de la force appliquée) 25.1, 25.2, 25.3 respectivement associés aux poutres encastrees 22.1, 22.2, 22.3. Conformément à un aspect essentiel de l'invention, chaque pivot est associé à un appui de flexion équipé d'un moyen de compensation de la composante axiale d'un effort appliqué au système, pour rendre cette composante

négligeable par rapport aux deux autres composantes, de façon que les trois poutres encastrées ne puissent transmettre des efforts que perpendiculairement à leur axe respectif.

Dans le cas particulier de la figure 1, le moyen de compensation associé à chaque appui de flexion est constitué  
5 par la traversée de l'extrémité d'un bras articulé associé, dans laquelle est reçue une rotule montée à l'extrémité libre de la poutre correspondante. On distingue ainsi trois bras articulés 12.1, 12.2, 12.3, respectivement associés à chacune  
10 des poutres encastrées 22.1, 22.2, 22.3, chaque bras comportant une traversée d'extrémité dans laquelle est reçue une rotule 25.1, 25.2, 25.3 agencée à l'extrémité libre de chaque poutre. Les rotules 25.1, 25.2, 25.3 sont reçues dans un perçage cylindrique 13.1, 13.2, 13.3 du bras articulé associé  
15 12.1, 12.2, 12.3, et une bague est interposée entre chaque rotule d'extrémité de ce bras et la paroi intérieure du perçage associé. Un tel agencement est mieux visible sur la figure 3, qui illustre la zone du pivot associé à l'appui de flexion pour l'une des poutres de l'ensemble précité (ici la  
20 poutre 22.2). L'arrachement permet de mieux distinguer l'extrémité de forme sphérique 25.2 de la poutre 22.2, dont le centre B est calé sur l'axe principal correspondant OY. Le bras articulé 12.2 comporte un perçage cylindrique 13.2 dans lequel est reçue la rotule 25.2, avec interposition d'une  
25 bague 26.2 dont la couronne intérieure est de forme sphérique, et dont la couronne extérieure est cylindrique, de façon à pouvoir coulisser dans le perçage associé 13.2. Le centre B de la rotule de cette poutre est à une distance prédéterminée  $E_y$  de l'origine O du trièdre. De la même façon, ainsi que  
30 cela est illustré sur la vue schématique de la figure 6, les centres A et C des autres rotules sont à des distances prédéterminées respectivement  $E_x$  et  $E_z$  de l'origine O du trièdre trirectangle OX, OY, OZ. Ainsi que cela sera expliqué par la suite, il est avantageux que ces trois distances  $E_x$ ,  
35  $E_y$ ,  $E_z$  soient égales entre elles, ce qui simplifie le calcul

des composantes du moment vectoriel.

Sur la figure 3, on constate que le bras articulé 12.2 est monté pivotant (comme schématisé par la flèche 100), au niveau de son autre extrémité, autour d'un axe 15.2 qui est situé dans un plan perpendiculaire à l'axe principal OY de la poutre associée. De la même façon, les deux autres bras articulés 12.1 et 12.3 sont montés pivotants autour d'un axe associé 15.1 et 15.3, ainsi que cela est visible sur la figure 1. Il va de soi que plusieurs positions relatives sont possibles pour les axes d'articulation des bras pivotants, dès lors que la condition de perpendicularité à l'axe principal de la poutre associée est vérifiée. Toutefois, il est intéressant de prévoir que les axes principaux OX, OY, OZ des poutres, et les axes d'articulation 15.1, 15.2, 15.3 des bras sont agencés de telle façon que ces poutres et ces bras soient sensiblement inscrits dans un cube dont l'origine O du trièdre est un sommet, un tel agencement étant illustré ici à la figure 1, ou encore sur la vue schématique de la figure 5. Cet agencement permet une réalisation particulièrement compacte du dispositif de mesure 10.

Sur la figure 1, on a illustré des équerres de support 14 sur lesquelles sont articulés les bras 12.1, 12.2, 12.3. En l'espèce, les trois axes d'articulation 15.1, 15.2, 15.3 sont horizontaux, les deux derniers étant ici associés à des équerres de support communes. Les trois bras articulés 12.1, 12.2, 12.3 sont ici montés, par l'intermédiaire de leurs équerres de support 14, sur une platine horizontale 11 servant de support au dispositif de mesure 10. Une telle platine facilite la mise en place et l'utilisation du dispositif de mesure, notamment sur une paillasse de laboratoire. Il convient de noter que, du fait de l'orthogonalité des poutres et des liaisons-glissières associées aux appuis de flexion de ces poutres, le système est isostatique.

Chaque poutre 22.1, 22.2, 22.3 est en outre équipée de jauges de contrainte 28.1, 28.2, 28.3 permettant de



mesurer ses déformations, et par suite les composantes des efforts selon les deux autres axes.

Sur les figures 1 et 2, on distingue seulement l'une des deux jauges 28.1 et l'une des deux jauges 28.3. Ces 5 différentes jauges apparaissent cependant sur la vue schématique de la figure 5.

Les jauges précitées sont reliées à une unité électronique 29 servant à traiter les signaux correspondants pour calculer les composantes de la résultante et/ou du 10 moment à l'origine O pour les torseurs concernés. Cette unité électronique comportera dans la pratique un circuit d'amplificateur différentiel, ainsi qu'un convertisseur analogique/numérique. Ainsi que cela est visible sur la figure 1, l'unité électronique 29 est reliée, par un cordon associé 30, 15 à une unité 40 permettant d'afficher les composantes ainsi calculées, notées X, Y, Z pour la résultante du torseur, et L, M, N pour le moment à l'origine dudit torseur. L'unité d'affichage pourra naturellement en variante être un micro-ordinateur, ce qui permet d'intervenir directement dans le 20 traitement des données pour effectuer des calculs annexes.

L'ensemble monobloc 20 seul, avec ses trois poutres encastrées 22.1, 22.2, 22.3 formant un trièdre trirectangle, est illustré sur la figure 2. Cette figure montre en particulier les bagues 26.1, 26.2, 26.3 montées sur les rotules 25 d'extrémité 25.1, 25.2, 25.3 des poutres encastrées. Il est intéressant de noter que le bloc angulaire d'encastrement 21 comporte ici un évidement 27 qui permet de relier un système quelconque d'application de force à l'ensemble monobloc 20 formé par les trois poutres encastrées. Une fois les trois 30 rotules d'extrémité montées dans leur appui de flexion associé, par mise en place des bagues dans les perçages associés des bras articulés, le dispositif de mesure 20 est prêt à fonctionner. On peut par exemple utiliser un plateau de travail P, monté par une tige T qui est reçue dans 35 l'évidement 27 précité (dans la pratique, le bloc angulaire

sera équipé d'un système de verrouillage, par exemple par tampon tangent, pour assurer le maintien de la tige et de son plateau). La disposition d'une masse M en un endroit quelconque du plateau exerce ainsi une force F sur l'ensemble  
5 monobloc 20, laquelle force induit des efforts au niveau des trois pivots d'extrémité (en l'espèce, compte tenu de la verticalité de l'axe OZ du trièdre, les efforts transmis ne concernent en réalité que les réactions au niveau des appuis de flexion au centre des deux rotules qui sont calées sur les  
10 axes OX et OY.

Si l'on se réfère à nouveau à la figure 3, il est aisé de comprendre que la composante axiale de l'effort exercé au niveau du centre B de la rotule est considérablement réduite du fait du montage de cette rotule dans la  
15 traversée du bras articulé associé. Plus précisément, le rapport de réduction de cette force axiale correspond au rapport R/L dans lequel R est le rayon de l'axe d'articulation 15.2 du bras articulé 12.2 concerné, et L la distance entre le centre de cet axe et le centre B de la rotule. Dans  
20 la pratique, on pourra réaliser un dispositif dans lequel les distances R et L sont respectivement égales à 2 et 100 mm, ce qui correspond ainsi à un rapport de réduction de 50.

On peut donc considérer d'une part que la distance entre l'origine d'encastrement et le centre de la rotule est,  
25 pour chaque poutre, pratiquement constante, même si cette poutre subit une flexion, et d'autre part que le mouvement de l'extrémité de la poutre est assimilable à une translation. On est ainsi parvenu à rendre tout à fait négligeable la composante axiale d'un effort appliqué par rapport aux deux  
30 autres composantes, et ceci pour chacune des trois poutres encastrées de l'ensemble monobloc, de sorte que ces trois poutres ne peuvent transmettre des efforts que perpendiculairement à leur axe principal.

Il est naturellement possible d'utiliser d'autres  
35 moyens de compensation associés à chaque appui de flexion

pour rendre négligeable les composantes axiales correspondantes. On a représenté à titre d'exemple en figure 4 une variante envisageable, dans laquelle chaque appui de flexion est constitué par la liaison directe de l'extrémité libre 31 de la poutre correspondante 22 à une membrane fixe 33, par l'intermédiaire d'un pion central 32 calé sur l'axe principal de la poutre, membrane dont le plan s'étend perpendiculairement à cet axe principal. En l'espèce, la membrane fixe 33 est maintenue entre deux brides de serrage 34 et 35 qui seraient par exemple portées par la platine de support du dispositif. La membrane 33, qui sera de préférence une membrane métallique, est ainsi agencée de façon à ne transmettre qu'une force réduite selon l'axe principal de la poutre concernée. Selon une autre variante possible, l'extrémité libre de chaque poutre encastrée se termine par une rotule qui est reçue à coulissement dans une glissière fixe.

Les poutres encastrées 22.1, 22.2, 22.3 sont de préférence de section identique, de façon à simplifier les calculs des composantes pris en charge par l'unité électronique 29. La section commune de ces trois poutres sera de préférence rectangulaire ou carrée, les poutres étant agencées de telle façon que chacune d'entre elles présente des faces principales qui sont respectivement parallèles aux deux autres axes. Une telle disposition ressort nettement des figures 1, 2, 5. Dans ce cas, ainsi que cela est mieux visible sur la figure 5, chaque poutre encastrée 22.1, 22.2, 22.3 portera deux jauges de contrainte 28.1, 28.2, 28.3 disposées sur deux faces principales orthogonales. En outre, l'unité électronique 29 est de préférence montée directement sur l'ensemble monobloc 20 formé par les trois poutres, en particulier en étant fixé sur le bloc angulaire d'encastrément 21, comme cela est représenté sur les figures 1 et 2 : ceci simplifie notablement les opérations de mise en place de l'ensemble monobloc, et surtout l'étalonnage initial de l'unité électronique une fois celle-ci mise en place, lequel

est effectué poutre par poutre. On pourra en outre prévoir d'intégrer dans l'unité 29 un système de compensation électronique pour tenir compte des flexions déviées résultant du vrillage (très faible) des poutres : ceci améliorera  
5 encore la précision des mesures.

La figure 6 représente les décompositions des composantes des efforts au niveau des trois pivots glissants, dans le triangle trirectangle OX, OY, OZ formé par les trois poutres encastrées. On retrouve les trois points A, B, C qui  
10 représentent les centres des rotules d'appui, avec des distances OA, OB, OC prédéterminées. En l'espèce, ces distances  $E_x$ ,  $E_y$ ,  $E_z$  sont égales à une même longueur E. Au niveau du centre de la rotule A, on trouve ainsi deux composantes YA, ZA (la composante XA étant considérée comme  
15 nulle, conformément aux explications précitées). De la même façon, au centre des rotules B et C, on trouve respectivement des composantes XB, ZB, et XC, YC.

La résultante du torseur a alors comme composantes:

$$\begin{aligned} X &= XB + XC \\ 20 \quad Y &= YA + YC \\ Z &= ZA + ZB. \end{aligned}$$

Le moment résultant en O a alors comme composante:

$$\begin{aligned} L &= E_z \cdot YC - E_y \cdot ZB \\ M &= E_x \cdot ZA - E_z \cdot XC \\ 25 \quad N &= E_y \cdot XB - E_x \cdot YA. \end{aligned}$$

Lorsque les centres de rotules sont, comme c'est le cas ici, équidistants de l'origine O du trièdre trirectangle, on a alors  $E_x = E_y = E_z = E$ . Dans ce cas, les composantes du moment en O sont :

$$\begin{aligned} 30 \quad L &= E (YC - ZB) \\ M &= E (ZA - XC) \\ N &= E (XB - YA). \end{aligned}$$

Les jauges de contrainte associées à chacune des poutres encastrées transmettent ainsi à l'unité électronique  
35 29 des informations complètes concernant les déformations des

poutres associées, ce qui permet de mesurer les composantes des efforts selon les deux autres axes. Une fois ces composantes connues, il est aisé d'en déduire par le calcul les composantes de la résultante et/ou du moment du torseur concerné.

Il est intéressant de relier l'unité électronique 29 à l'unité d'affichage 40, comme cela est illustré sur la figure 1, afin de faire apparaître directement sur un écran les composantes X, Y, Z de la résultante et/ou les composantes L, M, N du moment du torseur concerné, ce qui permet aux élèves ou étudiants de mieux appréhender par une visualisation pédagogique la notion théorique de torseur dans un espace à trois dimensions, tout en modifiant ad libitum la force appliquée.

On est ainsi parvenu à réaliser un dispositif spécialement adapté au cas d'un espace à trois dimensions, permettant à la fois une mesure très précise des éléments de réduction d'un torseur quelconque, et une visualisation des trois composantes de ces éléments dans un système d'axes orthonormé. Le dispositif de mesure ainsi conçu est à la fois précis, simple, compact, et aisé à manipuler.

L'invention n'est pas limitée au mode de réalisation qui vient d'être décrit, mais englobe au contraire toute variante reprenant, avec des moyens équivalents, les caractéristiques essentielles énoncées plus haut.

REVENDICATIONS

1. Dispositif de mesure de la résultante et/ou du moment d'un torseur, caractérisé en ce qu'il comporte un ensemble monobloc (20) de trois poutres encastrées (22.1, 22.2, 22.3) formant un trièdre trirectangle dont l'origine (0) est le point concourant des axes principaux (OX, OY, OZ) de ces poutres, chaque poutre se terminant, à l'opposé de son encastrement, par un pivot (25.1, 25.2, 25.3) calé sur son axe principal et dont le centre (A, B, C) est à une distance prédéterminée de l'origine du trièdre, ledit pivot étant associé à un appui de flexion équipé d'un moyen (25, 26, 12; 31, 32, 33) de compensation de la composante axiale d'un effort appliqué, pour rendre cette composante négligeable par rapport aux deux autres, de façon que ces trois poutres ne puissent transmettre des efforts que perpendiculairement à leur axe principal respectif, chaque poutre (22.1, 22.2, 22.3) étant en outre équipée de jauges de contrainte (28.1, 28.2, 28.3) permettant de mesurer ses déformations et par suite les composantes des efforts selon les deux autres axes, lesdites jauges étant reliées à une unité électronique (29) servant à traiter les signaux correspondants pour calculer les trois composantes de la résultante et/ou du moment à l'origine pour le torseur concerné, laquelle unité électronique peut être reliée à une unité (40) permettant d'afficher les composantes ainsi calculées.

2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que les centres de pivot (A, B, C) sont équidistants de l'origine (0) du trièdre formé par les trois poutres encastrées (22.1, 22.2, 22.3).

3. Dispositif selon la revendication 1 ou la revendication 2, caractérisé en ce que le moyen de compensation associé à chaque appui de flexion est constitué par la traversée de l'extrémité d'un bras articulé (12.1, 12.2, 12.3) dans laquelle est reçue une rotule (25.1, 25.2, 25.3) montée à l'extrémité libre de la poutre correspondante, ledit

bras étant monté pivotant, au niveau de son autre extrémité, autour d'un axe (15.1, 15.2, 15.3) qui est situé dans un plan perpendiculaire à l'axe principal de cette poutre.

4. Dispositif selon la revendication 3, caractérisé en ce que la traversée est réalisée par un perçage cylindrique (13.1, 13.2, 13.3) du bras articulé (12.1, 12.2, 12.3), avec une bague (26.1, 26.2, 26.3) interposée entre la rotule d'extrémité (25.1, 25.2, 25.3) de ce bras et la paroi intérieure de ce perçage.

5. Dispositif selon la revendication 3 ou la revendication 4, caractérisé en ce que les axes principaux (OX, OY, OZ) des poutres et les axes d'articulation (15.1, 15.2, 15.3) des bras sont agencés de telle façon que ces poutres et ces bras soient sensiblement inscrits dans un cube dont l'origine (0) du trièdre est un sommet.

6. Dispositif selon la revendication 5, caractérisé en ce que l'un (OZ) des axes principaux est essentiellement vertical, et les trois axes d'articulation (15.1, 15.2, 15.3) sont horizontaux.

7. Dispositif selon l'une des revendications 3 à 6, caractérisé en ce que les trois bras articulés (12.1, 12.2, 12.3) sont montés sur une platine horizontale (11) servant de support audit dispositif, l'effort considéré étant appliqué à l'ensemble monobloc (20) formé par les trois poutres (22.1, 22.2, 22.3).

8. Dispositif selon la revendication 1 ou la revendication 2, caractérisé en ce que le moyen de compensation associé à chaque appui de flexion est constitué par la liaison directe de l'extrémité libre (31) de la poutre correspondante (22) à une membrane fixe associée (33) dont le plan s'étend perpendiculairement à l'axe principal de cette poutre.

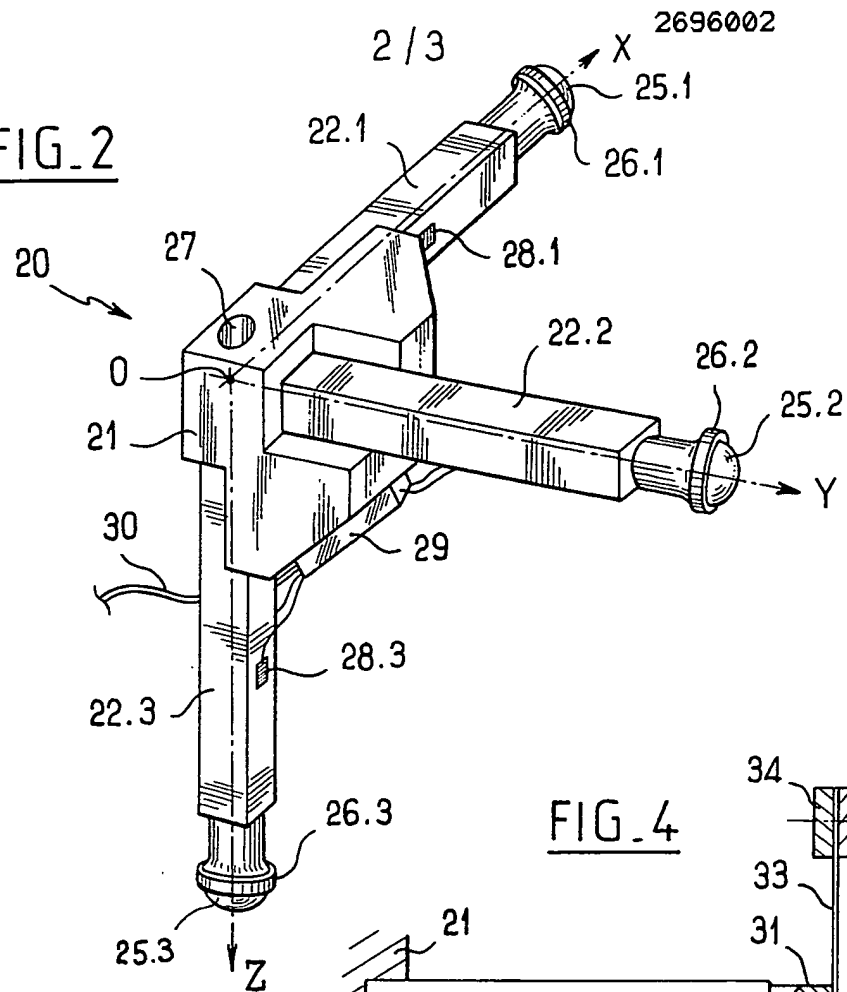
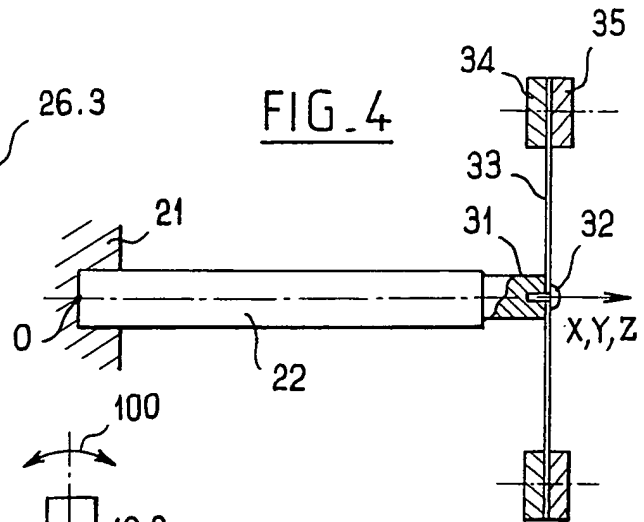
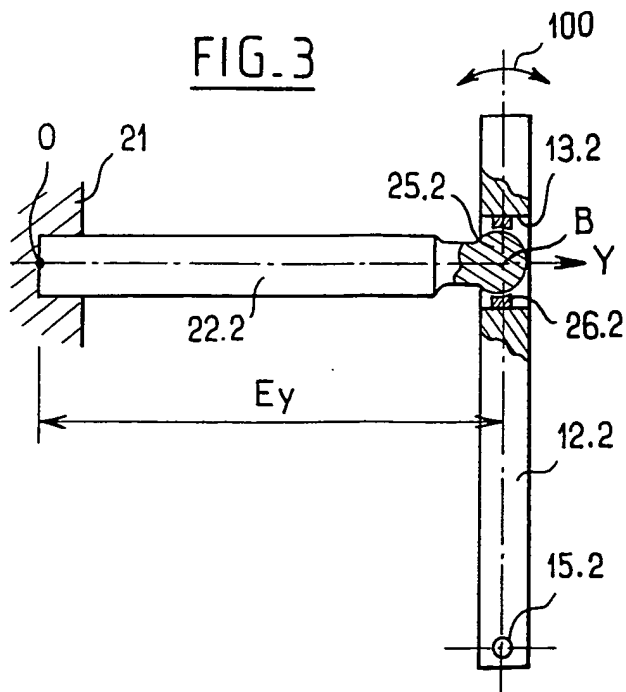
9. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que les poutres encastrées (22.1, 22.2, 22.3) sont de section identique, cette section étant de forme

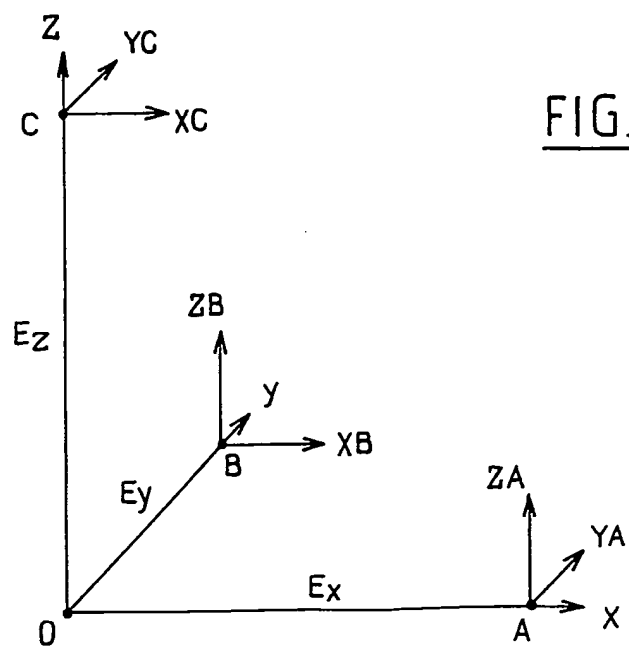
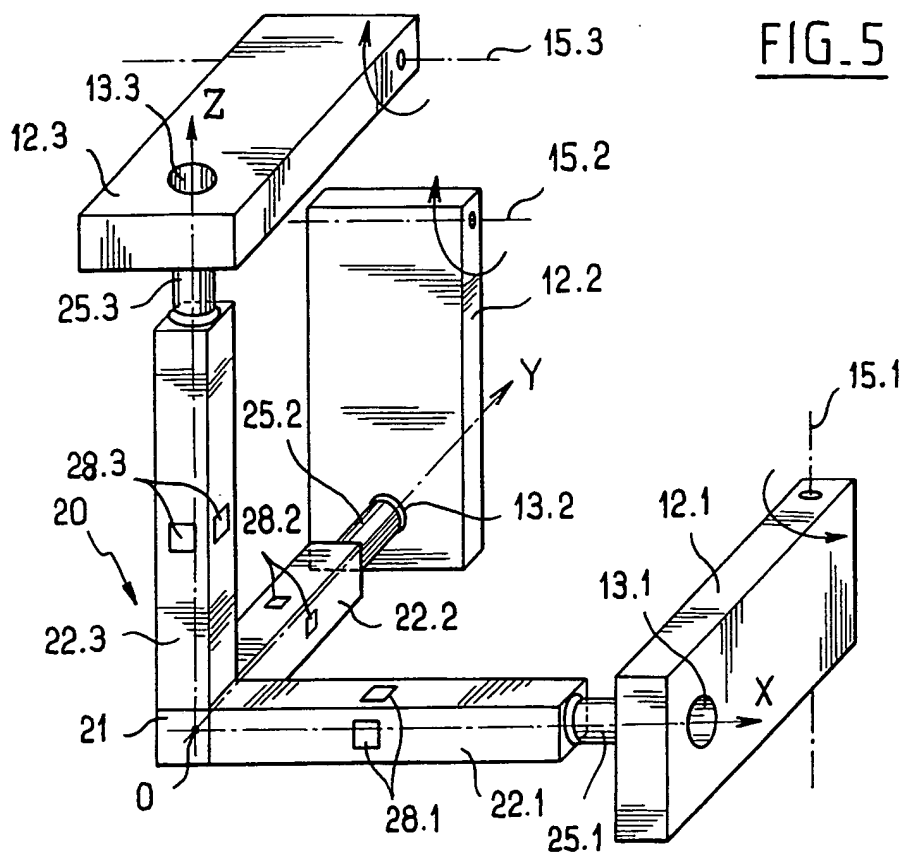
rectangulaire ou carrée, et sont agencées de telle façon que chaque poutre présente des faces principales qui sont respectivement parallèles aux deux autres axes.

10. Dispositif selon la revendication 9, caracté-  
5 risé en ce que chaque poutre encastrée (22.1, 22.2, 22.3) porte deux jauges de contrainte (28.1, 28.2, 28.3) disposées sur deux faces principales orthogonales, et l'unité électronique (29) est montée sur l'ensemble monobloc (20) formé par les trois poutres.





FIG. 2FIG. 4FIG. 3



**INSTITUT NATIONAL**  
**de la**  
**PROPRIETE INDUSTRIELLE**

## RAPPORT DE RECHERCHE

**établi sur la base des dernières revendications  
déposées avant le commencement de la recherche**

FR 9211166  
FA 476786

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
A	FR-A-2 545 606 (HISPANOSUIZA) * revendications 1-3; figure 2 * ---	1, 3
A	DE-C-957 980 (LICENTIA) * page 2, ligne 81 - ligne 124; figure 1 * ---	1
A	SOVIET PATENTS ABSTRACTS Section EI, Week 9036, 17 Octobre 1990 Derwent Publications Ltd., London, GB; Class S02, AN 90211715 & SU-A-1 543 262 (VOLOGDA POLY) 15 Février 1990 * abrégé *  -----	1
		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5)
		G01L
Date d'achèvement de la recherche 07 JUIN 1993		Examineur ZAFIROPOULOS N.

**CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES**

X : particulièrement pertinent à lui seul  
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie  
A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général  
O : divulgation non-écrite  
P : document intercalaire

T : théorie ou principe à la base de l'invention  
E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure.  
D : cité dans la demande  
L : cité pour d'autres raisons  
.....  
& : membre de la même famille, document correspondant